



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

### **Lehrbuch des Hochbaues**

Grundbau, Steinkonstruktionen, Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen ,  
Eisenbetonkonstruktionen

**Esselborn, Karl**

**Leipzig, 1908**

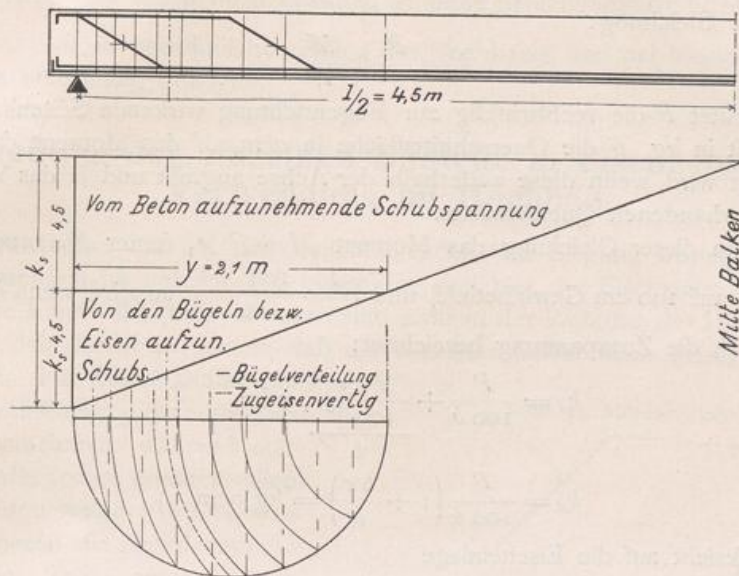
§ 14. Die Spannungen in Gewölben

[urn:nbn:de:hbz:466:1-50294](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-50294)

Sollten alle Schubkräfte durch Bügel aufgenommen werden, so wird nach Gleichung 36

$$z = \frac{8,42 \cdot 25 \cdot 900}{1,6 \cdot 800 \cdot 4} = 37 \text{ Stück.}$$

Abb. 33. Berechnung der Bügel.



Sollen in einzelnen Fällen statt besonderer Bügel zur Aufnahme der Schubspannungen einige Trageisen nach oben geführt werden, so bestimmt sich der Abstand genau in derselben Weise wie für Bügel. Werden im obigen Beispiel 2 Zugeisen nach oben abgebogen, so wird die Haftspannung an den 4 noch unten liegenden Stäben

$$k_s = \frac{7652}{\left(40 - \frac{11}{3}\right) \cdot 4 \cdot 3,2 \cdot 3,14} = 5,24 \text{ kg/qcm.}$$

Nach den Leitsätzen des Architekten- und Ingenieur-Vereins kann diese Spannung bis 7,5 kg/qcm betragen, wenn die Eisen senkrecht abgebogen werden; der gefundene Wert ist demnach ohne Bedenken zulässig.

**§ 14. Die Spannungen in Gewölben.** Trotz eingehender Untersuchung ist es bisher noch nicht gelungen, die Spannungen, die in Gewölben mit Eiseneinlagen auftreten, theoretisch genau festzustellen. Zwar wurden auch hierfür schon verschiedene Theorien entwickelt, doch zeigen sich die einzelnen in ihrer Anwendung meist so unständig und zeitraubend, daß sie in einfachen praktischen Fällen kaum Anwendung finden.

Mit Rücksicht darauf soll im folgenden nur eine annähernd richtige Berechnung angeführt werden. Die Praxis und die verschiedenen Versuche haben zur Genüge bewiesen, daß Gewölbe, die überall dort, wo Zugspannungen auftreten, mit Einlage versehen sind, auch bei äußerst geringen Stärken eine ganz bedeutende Tragfähigkeit besitzen. Die Untersuchung geschieht dabei in der Regel nach denselben Gesichtspunkten, wie diejenige für gewöhnliche Gewölbe. Man betrachtet die ganze Wölbstärke als gleichartiges Material (Beton) und läßt die Einlagen bei Bestimmung der Druckspannungen ganz außer acht.

Für etwaige Zugspannungen hingegen setzt man den vorhandenen Eisenquerschnitt in Rechnung, der dabei meist so gewählt wird, daß er alle Zugspannungen, die im ungünstigsten Fall entstehen, allein aufnehmen kann.

Nachdem die äußeren Kräfte, die in den einzelnen Querschnitten wirken, nach bekannten Regeln bestimmt sind, wählt man zur Berechnung der Kantenpressungen zweckmäßig die Gleichung:

$$k = \frac{P}{F} \pm \frac{M}{W}$$

Hierin bedeutet  $P$  die rechtwinklig zur Fugenrichtung wirkende Seitenkraft der einwirkenden Kraft in kg,  $F$  die Querschnittsfläche in qcm,  $M$  das Moment, das durch die Kraft  $P$  erzeugt wird, wenn diese außerhalb der Achse angreift und  $W$  das Widerstandsmoment des vorhandenen Querschnittes.

Setzt man in dieser Gleichung das Moment  $M = P \cdot e$ , ferner  $F = 100 \cdot b$  (Fugenbreite  $b$  in cm auf 100 cm Gewölbetiefe) und  $W = \frac{100 \cdot b^2}{6}$ , so wird, wenn  $k_d$  die Druckspannung und  $k_z$  die Zugspannung bezeichnet:

$$k_d = \frac{P}{100b} + \frac{P \cdot e}{\frac{100b^2}{6}}, \text{ oder}$$

$$k_d = \frac{P}{100b} \left( 1 + \frac{6e}{b} \right) = \text{kg/qcm} \quad (37)$$

und ohne Rücksicht auf die Eiseneinlage

$$k_z = \frac{P}{100 \cdot b} \left( 1 - \frac{6e}{b} \right) = \text{kg/qcm.} \quad (38)$$

Für die gesamte Zugkraft  $Z$  in kg, die in der so beanspruchten Lagerfuge  $b$  auftritt und durch Eiseneinlagen aufzunehmen ist, gilt dann:

$$Z = \frac{b}{2} \cdot \frac{k_z^2 \cdot 100}{k_d + k_z} \quad (39)$$

Hierin ist  $b$  in cm,  $k_z$  und  $k_d$  in kg/qcm zu setzen. Nachdem  $Z$  gefunden ist, läßt sich die erforderliche Einlage leicht berechnen, da wie früher  $Z = f_e \cdot k_e$  sein muß.

Beispiel. Für ein 20,0 m weit gespanntes Eisenbetongewölbe, das mit Hilfe der Stützlinientheorie untersucht wurde, ergab sich bei 20 cm Scheitel- und 25 cm Kämpferstärke im Scheitel ein Horizontalschub von 36000 kg. Es würde somit bei gleichmäßiger Druckverteilung (die Stützlinie fällt mit Fugenmitte zusammen) eine Spannung entstehen:

$$k = \frac{P}{F} = \frac{36000}{100 \cdot 20} = 18,0 \text{ kg/qcm.}$$

Die Untersuchung zeigt aber, daß der Durchgangspunkt der Stützlinie im Scheitel 5,4 cm von der Fugenmitte nach oben zu entfernt liegt. Somit ergibt sich

$$\text{nach Gleichung 37: } k_d = \frac{36000}{100 \cdot 20} \left( 1 + \frac{6 \cdot 5,4}{20} \right) = 47,16 \text{ kg/qcm,}$$

$$\text{ferner nach Gleichung 38: } k_z = \frac{36000}{100 \cdot 20} \left( 1 - \frac{6 \cdot 5,4}{20} \right) = 11,16 \text{ kg/qcm}$$

$$\text{und nach Gleichung 39: } Z = \frac{20}{2} \cdot \frac{11,16^2 \cdot 100}{47,16 + 11,16} = 2140 \text{ kg.}$$

Wählt man  $k_e$  der größeren Sicherheit halber nur gleich 600 kg/qcm, so wird

$$f_e = \frac{2140}{600} = 3,57 \text{ qcm}$$

und die Anzahl der Stäbe, wenn Rundeisen mit 0,8 cm Durchmesser Verwendung finden,

$$\chi = \frac{3,57}{0,5} \cong 8 \text{ Stück für das lfd. m Gewölbetiefe.}$$

Die Entfernung der einzelnen, an der inneren Leibung anzubringenden Stäbe wird dann  $\frac{100}{8} = 12,5$  cm. Wie schon oben erwähnt, ist diese Berechnungsart nicht ganz einwandfrei, doch wird sie in gewöhnlichen Fällen des Hochbaues und bei kleinen und mittleren Spannweiten vollständig genügen.

## D. Herstellung der einzelnen Bauteile in Eisenbeton und ihre Verwendung im Hochbau.

**§ 15. Platten.** Da bei den freiaufliegenden, auf Biegung beanspruchten Platten die Zugspannungen im unteren Teil entstehen, sind hier die Eisenstäbe möglichst dicht an die untere Kante der Platte zu legen und zwar in der Richtung der Hauptspannungen. Dabei ist jedoch darauf zu achten, daß die einzelnen Stäbe noch genügend mit Beton umhüllt sind. Für dünne Drähte sind für diese Umhüllung 5 mm als Mindestmaß anzunehmen, während stärkere nicht unter 10 mm erhalten sollen.

Beim MONIERsystem (Abb. 34) werden außer diesen die Zugspannungen aufnehmenden sogenannten Tragstäben senkrecht dazu noch Verteilungsstäbe angeordnet, die den Zweck haben, die Tragstäbe während der Herstellung in der richtigen Lage zu halten. Die Kreuzungsstellen dieser Stäbe werden hierbei mit Bindedraht verbunden, so daß ein vollständig zusammenhängendes Eisennetz entsteht. Die Entfernung und Stärke der Tragstäbe ergibt sich durch Rechnung, während man für die Verteilungsstäbe Rundeisen von 5—8 mm Durchmesser wählt und diese in Abständen von 10—30 cm anordnet.

Anstatt dieser in neuerer Zeit allgemein üblichen einfachsten Art der Armierung verwenden die verschiedenen Konstrukteure hiervon mehr oder weniger abweichende Einlagen.

So legen einige die Stäbe nicht parallel, sondern unter einem bestimmten Winkel zur Hauptspannung. Hierbei müssen die Trag- und Verteilungsstäbe naturgemäß von gleicher Stärke sein (System SCHLÜTER). Andere behalten die parallele Richtung bei und verändern nur die Querschnittsform der Einlage. So verwendet HYATT als Tragstäbe hochkant gestellte Flacheisen (Abb. 35), die in besonderen Bohrlöchern die Verteilungsstäbe (Rundeisen) aufnehmen. Für sehr schwache Platten

Abb. 34. MONIER-Platte.

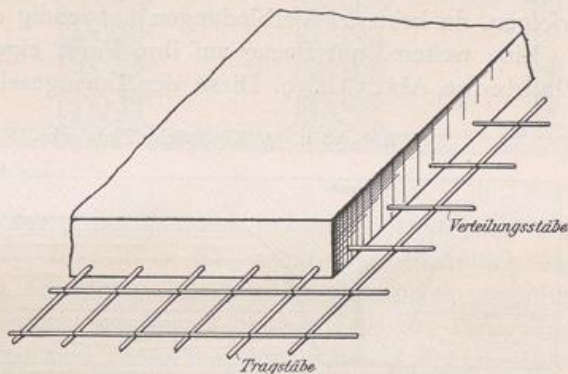


Abb. 35. Platte nach System HYATT.

